

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

LIBEREC 2013

PAVEL LINHART

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

FAKULTA TEXTILNÍ



Studijní program: B3107 Textil

Studijní obor: 3107R007 Textilní marketing

**TEPELNĚ - KOMFORTNÍ VLASTNOSTI
FUNKČNÍHO PRÁDLA PRO HRÁČE GOLFU
THERMAL COMFORT PROPERTIES OF FUNCTIONAL
CLOTHING FOR GOLFERS**

Pavel Linhart

KHT-934

Vedoucí bakalářské práce: Luboš Hes, prof. Ing. DrSc

Rozsah práce:

Počet stran textu	31
Počet obrázků	25
Počet tabulek	5

Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím bakalářské práce a konzultantem.

Datum

Podpis

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval všem, kteří mi při vytváření této práce pomáhali. Především bych rád poděkoval Luboši Hesovi, prof. Ing. DrSc. za odborné vedení a konzultaci této práce a poskytnutí měřicích přístrojů a neocenitelných rad z oboru. Dále bych chtěl poděkovat své rodině za poskytnutí vzorků, bez kterých by tato práce nebyla možná a za trpělivost, kterou se mnou měli.

ABSTRAKT

Tématem této bakalářské práce jsou tepelně komfortní vlastnosti sportovního oblečení. Cílem práce je zjistit a vyhodnotit vlastnosti sportovních trikotů pro hru golf. Za pomoci měření na přístrojích PERMETEST a ALAMBETY jsou zjišťovány hodnoty parametrů důležitých pro vyhodnocení tepelně - komfortních vlastností vzorků. Teoretická část práce je zaměřena na použité materiály ve vzorcích a oděvní komfort. V praktické části práce se nachází výsledky měření a následné vyhodnocení vzorků a měřené vlastnosti poskytnutých vzorků.

KLÍČOVÁ SLOVA:

tepelný komfort, sportovní oblečení, golf,

The topic of this thesis are thermally comfortable properties of sportswear. The focus is to identify and evaluate the characteristics of sports jerseys for the game of golf. With the help of measurement devices PERMETEST and ALAMBETA parameters important for the evaluation of thermal - comfort properties of samples are measured. The theoretical part of the paper pays attention to the materials used in formulas and clothing comfort in general. In the practical part of the thesis are the measurement and subsequent evaluation of samples provided.

KEY WORDS:

thermal comfort, sportswear, golf

Obsah

1 ÚVOD	9
TEORETICKÁ ČÁST	10
2 GOLFOVÉ OBLEČENÍ.....	10
2.1 HISTORIE	10
2.2 PŘEHLED TRHU A ZNAČEK	11
2.3 MATERIÁLY.....	13
2.3.1 BAVLNA.....	13
2.3.2 POLYESTER.....	13
2.3.3 POLYUERETAN	14
2.3.4 COOLMAX.....	14
2.4 HODNOCENÉ TEXTILIE.....	15
3 KOMFORT TEXTILII.....	17
3.1 DEFINICE KOMFORTU	17
3.2 KLASIFIKACE KOMFORTU	17
3.3 TERMOREGULACE	18
3.4 ZPŮSOBY PŘENOSU TEPLA	19
3.4.1 <i>Kondukce</i>	19
3.4.2 <i>Konvekce</i>	20
3.4.3 <i>Radiace</i>	20
4 HODNOCENÍ TERMOFYZIOLOGICKÉHO KOMFORTU TEXTILÍ	23
4.1 PRINCIP PŘÍSTROJE PERMETEST	23
4.2 PRINCIP PŘÍSTROJE ALAMBETA	24
4.3 PRINCIP SIMULOVÁNÍ POTNÍHO IMPULZU.....	26
4.4 MATEMATICKÝ MODEL PRO VÝPOČET Q_{TOT} U ZAVLHČENÉ TEXTILIE	27
PRAKTICKÁ ČÁST	29
5 VÝSLEDKY MĚŘENÍ NA PŘÍSTROJI PERMETEST	29
5.1 VÝSLEDKY MĚŘENÍ ZA SUCHÉHO STAVU	29
5.2 VÝSLEDKY MĚŘENÍ ZA POMOCI POTNÍHO IMPULZU	30
5.3 VÝSLEDKY MĚŘENÍ S FOLIÍ.....	31
6 VÝSLEDKY MĚŘENÍ NA PŘÍSTROJI ALAMBETA.....	32
6.1 VÝSLEDKY ZA SUCHÉHO STAVU	32
6.2 VÝSLEDKY PO ZAVLHČENÍ.....	33
7 VÝSLEDKY ZNÁZORNĚNÉ V GRAFECH.....	34
7.1 PERMETEST	34
7.2 ALAMBETA.....	36
8 ZÁVĚR.....	39
9 POUŽITÁ LITERATURA:	40
POUŽITÉ ZKRATKY:	41

1 Úvod

Funkční prádlo a oblečení má využití v celé škále sportů a aktivit. Pro golfového hráče je nejdůležitější první vrstva oděvu, kterou bývá v drtivé většině tričko s límečkem. Díky tomu jsou pro hráče vlastnosti takového oděvu kritické. Žádané vlastnosti funkčního prádla a oblečení se navzájem velmi liší a v této práci bude proto termofyziologický komfort škály vzorků triček určených výrobcem pro hraní golfu podrobně analyzován. Z naměřených hodnot a pomocí porovnání jednotlivých výsledků bude určen závěr a vyhodnocení, které uživateli poradí s nákupem oblečení při běžné hře golfu.

V teoretické části je popsána stručná historie golfového oblečení od počátku tohoto sportu a stručný přehled nejznámějších značek na současném golfovém trhu. Dále jsou v této kapitole popsány materiály, které tvoří testované vzorky. Vzorky jsou popsány, vyfotografovány a popsáno jejich složení. Další kapitola vysvětluje definici a klasifikaci komfortu textilií a termoregulaci lidského těla jako i způsoby přenosu tepla mezi člověkem a okolím. Popsány jsou i měřicí přístroje, které byly použity k této práci, jakož i technika potního impulsu.

V praktické části práce se nachází výsledky měření na přístrojích Alambeta a Permetest, které jsou rozděleny podle použitých metod při vlastním měření. Výsledky jsou zpracovány do tabulek a na závěr jsou zařazeny grafy pro grafické znázornění naměřených výsledků a vlastností vzorků.

TEORETICKÁ ČÁST

2 Golfové oblečení

2.1 Historie

Za obecně přijímaný fakt je, že golf jako hra vznikl ve Skotsku během středověku a proto počátky golfového oblečení hledáme právě tam. V 17. a 18. století se hra hrála především na území Skotka a tak nejčastějším golfovým oblečením byl prostý kilt a zvířecí kůže do chladnějších podmínek, které v této části Evropy panují. Následuje přechod na po kolena dlouhé jezdecké kalhoty a fraky.

V raných letech 19. století hráči začínají nosit dlouhé kalhoty a obleky s kravatami a hráčky společenské šaty. Hráči se oblékali konzervativně vzhledem k době a vzhledem k postavení golfu jako sportu pro gentlemany. Během válek golfisté upustili od obleků a přešli na košile s dlouhými rukávy a motýlky a stále si cpali své kalhoty do dlouhých ponožek.

V 50. a 60. letech přestává být svět golfu tolik konzervativní z velké části díky příchodu hráčů jako Arnold Palmer a Gary Player. Díky nim přestává být golf velmi konzervativní a přechází se na pohodlnější oblečení jako khaki kalhoty a lehké svetry.



Obr. č. 1 – Ian Poulter[3]

V 70. a 80. letech golfový svět zaplavují výrazné barvy především díky legendám jako Jack Nicklaus, Nick Faldo a Seve Ballesteros. Mezi tyto barvy patřily modrá, oranžová, žlutá a i světle růžová. Hráč Ian Poulter je např. znám svými zajímavými oděvy. Na obrázku č. 1 je vidět v jednom z jeho nejslavnějších kousků.

Od té doby začaly dominovat trhu značky jako Nike, Adidas, Titleist a Callaway a začali se nosit sportovní kalhoty, přiléhavé svetry a nejklassičtější trička s límečkem. Co dříve bylo na profesionálních túrách po světě nemožné dnes se běžně zařazuje do golfové módy, například Tiger Woods jako jeden z prvních začal nosit nízký rolák namísto límečku, jak lze vidět na obrázku č. 2.



Obr. č. 2 – Tiger Woods[3]

2.2 Přehled trhu a značek

Současný trh s golfovým vybavením a oblečením povětšinou ovládly velké nadnárodní společnosti s celosvětovým dosahem. Společnosti jako jsou Titleist, Nike, Adidas a Callaway patří mezi nejznámější značky a od každé společnosti byl použit vzorek pro tuto práci.

Běžně jsou ovšem hráči na golfových hřištích viděni i v oblečení od méně známých golfových značek nebo i v oblečení, které nebylo prvotně navrženo pro golf. Takové oblečení stačí, aby splňovalo základní etiketu oblékání pro golf, ovšem pro nadnárodní korporace je vždy vhodné pokud uvěříte, že pro hru golfu potřebujete speciální triko, nejlépe z poslední řady právě toho výrobce.

V této kapitole budou představeny právě tyto čtyři značky, které jsou v současné době nejviditelnější a platí za to nemalé peníze, aby právě ony byly považovány za tu nejlepší značku. Běžnou praxí těchto značek je sponzorování profesionálních golfových hráčů na evropské golfové túře (European Tour) a americké PGA TOUR, ale i nižších soutěží a tím se dostávají do podvědomí sportovců, kteří právě tyto podniky sledují v televizi nebo naživo. Žádná z těchto společností není zaměřena čistě na výrobu a prodej sportovního oblečení, ale nabízí zároveň sortiment holí, míčků, bagů (označení vaku na přenos holí v golfu) a dalších pomůcek. Toto rozhodnutí, nesoustředit se pouze na jeden sortiment, dává pro tak obrovské společnosti s velkým kapitálem ekonomický smysl.

Titleist

Společnost Acushnet byla založena v roce 1910. Jejich produktová řada se skládá z míčků, holí a oblečení (právě pod značkou Titleist). Tato společnost drží největší tržní podíl ve většině golfových odvětví a začíná dominovat na trhu s golfovým oblečením. Distribuční kanály této firmy jsou podobné jako u ostatních[4]:

- PRO SHOP obchody na golfových hřištích
- Obchody s golfovým zbožím mimo hřiště
- Velkoprodejci
- Celosvětový online obchod

Nike

Nike Golf je divize mezinárodní společnosti Nike Inc. Společnost Nike Inc byla založena v roce 1964.

Společnost Nike se přihlásila na golfový trh nejdříve v roce 1986, ale až do roku 1996 neměla v tomto odvětví velký úspěch. Až roku 1996, kdy podepsala exkluzivní smlouvu na zastoupení hráče v té době začínajícího a neznámého profesionálního hráče Tigera Woodse. Svůj celý marketing a sortiment spojila právě s tímto hráčem, což se ukázalo jako dobrá volba i přes počáteční nedůvěru investorů.

Adidas

Vzorek v této práci nese značku adidas, ale v současné době pod značku Adidas patří i značky TaylorMade, Adidas golf a Ashworth (vzorek s označením této společnosti je v práci také použit).

Callaway

Callaway Golf byla založena v roce 1982 Ely Callawayem. Callaway je velmi známá společnost a druhý největší výrobce golfového zboží na trhu. Vzorek této společnosti byl také zařazen do testování po zapůjčení mimo oficiální kanály firmy.

.

2.3 Materiály

2.3.1 Bavlna

Bavlna je nejdůležitější ze všech plodin pěstovaných pro výrobu textilního vlákna. Vlákná se získávají z plodu keře bavlníku. Bavlněná vlákna jsou přítomna ve více než 50 % dnes vyráběných textilií. Kultivace bavlny měla výrazný ekonomický dopad již od doby, kdy byla bavlna poprvé domestikována před přibližně 5000 (možná i 10 000) lety[6].

V Evropě byla bavlna neznámá až do pozdního středověku. V době průmyslové revoluce se však bavlna stala díky svým fyzikálním vlastnostem velmi důležitou pro textilní průmysl a koncem 19. století představovala přibližně 80 % objemu všech textilních materiálů. V dnešní době si bavlna sice uchovává svoje postavení jako nejvýznamnější zdroj přírodního vlákna, ale její význam byl do značné míry překonán vlákny syntetickými. Na dnešní produkci textilií se bavlna podílí zhruba 40 %. Pro nás je důležitá jako nejběžnější materiál pro výrobu golfových triček[6].

Výhody:

- dobrá pevnost v tahu (245 – 373 mN/tex)
- dobrá pevnost v oděru (za vlhka se zlepšuje)
- tvarová stálost
- příjemný omak
- velká sací schopnost (vlhkost, pot)
- odolnost vůči teple

Nevýhody:

- mačkavá
- srážlivá
- nepříjemný omak za sucha
- pomalé sušení
- špatné vodivé vlastnosti

2.3.2 Polyester

Polyesterová vlákna jsou nerozšířenějším syntetickým vláknem. Na celkové produkci se podílí skoro 50% díky zaběhlým a efektivním způsobem výroby. Vyrábí se esterifikací kyseliny tereftalové a etylénglykolu a následným zvláknováním a dloužením. V České republice se často PE vlákna označovala jako TESIL, v USA DACRON a např. TETORON v Japonsku[7].

Výhody:

- snadná údržba
- tvarová stabilita
- možnost směsování - CO, WO, VI

- voskovitá na omak (methylenové skupiny a benzenová jádra)
- dobrá odolnost vůči oděru
- nízká navlhavost

Nevýhody

- hydrofobnost - špatné sorpční vlastnosti
- zadržuje statický náboj při nízkých vlhkostech prostředí
- drsný omak (vzdorování napětí (zákrut) v délkových textiliích, tuhost)
- vysoká žmolovitost

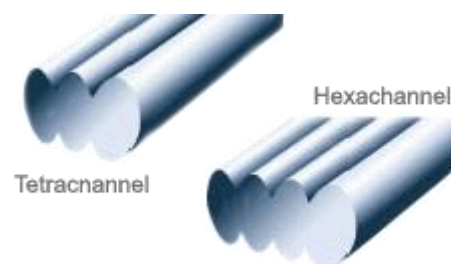
2.3.3 Polyuretan

Ve vzorku je označen pod obchodním názvem Lycra. Je to vysoce pružné polyuretanové vlákno. Skládá se z několika tenkých vláček, které tvoří silnější svazek. Samotné vlákno je velmi pružné, protože ho můžeme druhově zařadit do elastanové skupiny syntetických vláken.

Mezi dobré vlastnosti vlákna patří jeho tvarová paměť. Lycra se vždy kombinuje s úplety či tkaninami z jiných syntetických nebo přírodních vláken (bavlna, vlna, hedvábí, nylon atd.) Úroveň elasticity vzniklého materiálu je závislá na procentu Lycry do něho přidané. Je vhodné k výrobě plavek, spodního prádla a sportovního oblečení[9].

2.3.4 Coolmax

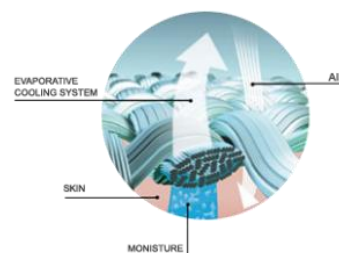
Coolmax je obchodní značka pro textilií vytvořenou v roce 1986 firmo DuPont Textiles. V současné době známé pod názvem Invista. Vlákno samotné je vytvořeno ze speciálně tvarovaných PE vláken. Na obrázku č. 3 jsou vidět tří a čtyřkanálové varianty tohoto vlákna. Díky tomuto tvaru se velmi zvětší plocha povrchu.



Obr. č. 3 – Varianty vlákna Coolmax[8]

Coolmax velmi rychle odvádí nadbytečnou tělesnou vlhkost z místa vzniku potu na pokožce do velké okolní plochy textilie. Z povrchu textilie by se měla vlhkost odvádět formou odpařování rychleji než u ostatních materiálů. Princip je znázorněn na obrázku č. 4.

Vlákno je velmi vhodné k výrobě spodního prádla, triček, dresů, ponožek, ale i ve sportech jako je atletika a cyklistika. V této práci byl vzorek Coolmaxu vybrán pro jeho příznivé komfortní vlastnosti a tudíž možnost porovnat s ostatními testovanými textiliemi[8].



Obr. č. 4 – Princip odpařování z vlákna Coolmax[8]

2.4 Hodnocené textilie

Pro účely této práce byly obstarány vzorky běžně dostupných golfových triček. Většina vzorků byla obstarána z osobních zdrojů autora, které byly už dříve zakoupeny a autorem vyfoceny pro účely této práce.

1. Vzorek

Triko Coolmax

složení - 62% Polyester (coolmax) 33% polyester 5% polyuretan (lycra)



Obrázek č. 5 Vzorek 1

2. Vzorek

Triko Adidas

složení - 65% bavlna 30% polyester 5% elastin



Obrázek č. 6 Vzorek 2

3. Vzorek

Triko Ashworth

složení - 100% bavlna



Obrázek č. 7 Vzorek 3

4. Vzorek

Triko La Coste

složení - 100% bavlna



Obrázek č. 8 Vzorek 4

5. Vzorek

Triko Tommy Hilfinger

Složení - 100% bavlna



Obrázek č. 9 Vzorek 5

6. Vzorek
Triko Icepeak
složení - 100% bavlna



Obrázek č. 10 Vzorek 6

7. Vzorek
Triko Nike
složení - 100% polyester



Obrázek č. 11 Vzorek 7

8. Vzorek
Triko Callaway
složení - 53% bavlna 47% polyester



Obrázek č. 12 Vzorek 8

3 KOMFORT TEXTILII

3.1 Definice komfortu

Komfort nastává, pokud jsou fyziologické funkce organismu v optimu a naše smysly nevnímají žádné nepříjemné jevy z našeho okolí nebo oděvu. Tento pocit lze označit za pocit pohody, kdy člověk nepocituje nadměrný chlad ani teplo nebo jiné nepříjemné vjemy a je mu umožněno v tomto stavu dlouhodoběji setrvat a pracovat[1].

3.2 Klasifikace komfortu

Komfort textilií může být rozdělen podle typu vnímání na termofyziologický, psychologický a senzorický.

Termofyziologický komfort je optimální stav organismu, kdy nepřevládají pocity tepla a chladu. Je dán schopností textilie transportovat vzdušnou a kapalnou vlhkost přes jednotlivé vrstvy oděvu a vlivem proudění vzduchu, který tuto textilií ochlazuje[1].

Optimální hodnoty termofyziologický komfortu jsou:

- teplota pokožky 33.2 ± 1 °C
- relativní vlhkost vzduchu $50 \pm 10\%$
- rychlost proudění vzduchu 25 ± 10 cm/s
- obsah CO₂ 0,07%
- nepřítomnost vody na pokožce

Fyziologický diskomfort je vnímán lidským tělem subjektivně, ale obecně se o něm dá hovořit, pokud nastává jeden z těchto stavů.

- 25% povrchu těla je pokryto potem
- pocit tepla (mírné teplo, teplo, horko)
- pocit chladu (chladno, zima, tuhnutí)

Psychologický komfort rozdělujeme dle různých hledisek:

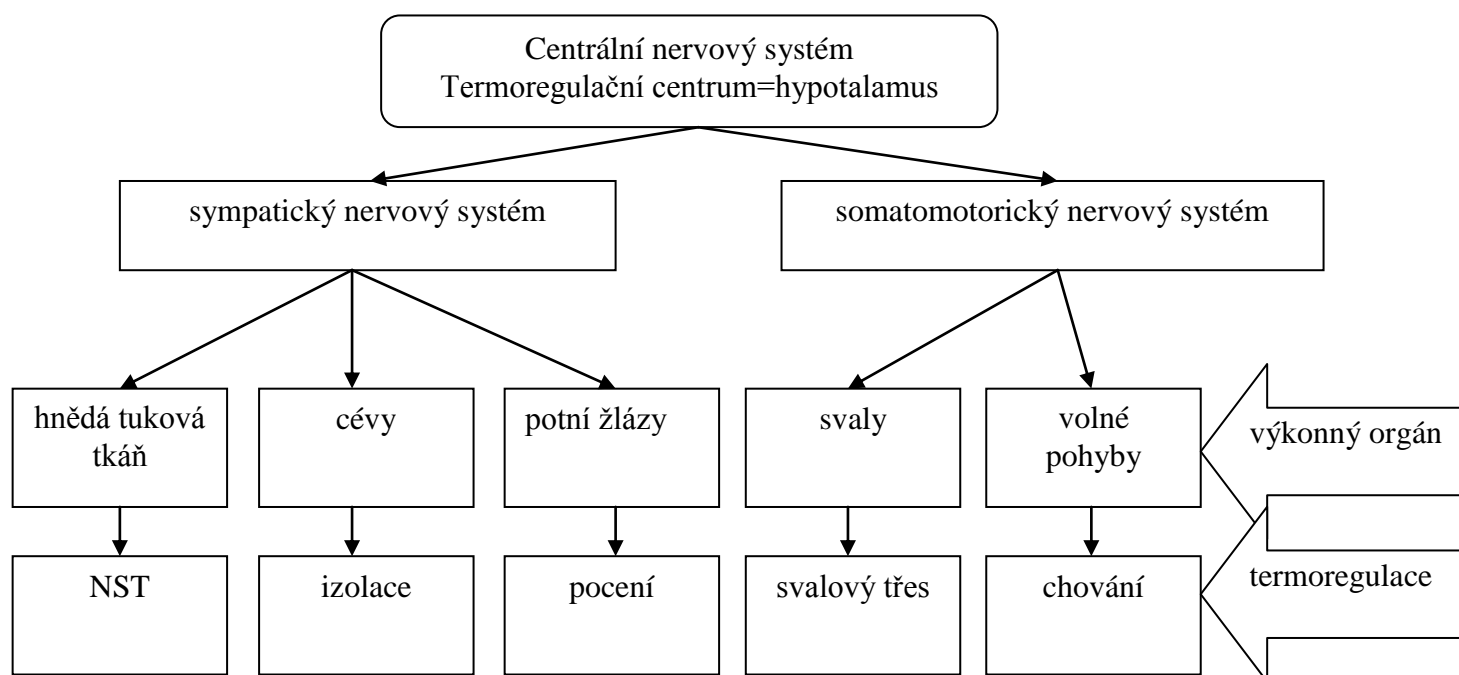
- klimatické: správné denní oblečení by mělo být přizpůsobeno klimatickým podmínkám daných geografickou polohou. Vhodná bude například ochrana proti UV záření v Austrálii a hřejivý oděv v Kanadě.
- ekonomické: zahrnuje finanční možnosti jedince a obecnou vyspělost a politický systém státu.
- historické: vychází z dlouhodobých tradic lidí a jejich historie
- kulturní: náboženství, zvyky a obřady (např. oděv u muslimských žen)
- sociální: věk, postavení, vzdělání, kvalifikace, sociální třída,
- individuální a skupinová hlediska: barvy, lesk, módní vlivy, styl, trendy, osobní preference

Senzorický komfort je souborem vjemů, které získáváme při styku naší pokožky s první vrstvou oděvu. Zásadní vliv na vjemy má schopnost textilie absorbovat a transportovat vlhkost, povrchová struktura textilie a mechanické vlastnosti ovlivňující rozložení sil a tlaků v oděvu.

Tyto schopnosti a vlastnosti patří do komfortu nošení oděvu. Tyto exaktní skutečnosti doplňuje do celkového senzorického omaku veličina *Omak*, která je značně subjektivní a lze ji definovat jako osobní vjemy při styku prstů a dlaně s látkou a jejich následné vyhodnocení. Při vyjádření subjektivních kvalit textilie používáme pojmy jako hladkost (součinitel povrchového tření), tuhost (ohybovou a smykovou), objemnost a tepelně kontaktní vjemy[1].

3.3 Termoregulace

Termoregulací rozumíme schopnost organismu udržet stálou tělesnou teplotu. Tuto schopnost musí organismus mít z důvodu kolísání teploty, kterou jeho tělo produkuje a naopak přijímá z okolí. Člověk se snaží pomocí termoregulačních mechanismů udržet stálou vnitřní teplotu okolo 36.5°C. Okolo této hodnoty kolísá teplota organismu o cca 4°C, to může být způsobeno vnitřními nebo vnějšími vlivy. Schéma centrálního nervového systému je na obrázku č. 13.



Obrázek č. 13 Schéma odstředivých nervových drah řídících termoregulační děje člověka

Termoregulace je proces, který slučuje fyziologické pochody řízené centrálním nervovým systémem, udržujícím tělesnou teplotu na optimální hodnotě, při které probíhají metabolické přeměny[1].

Na základě této definice rozdělujeme termoregulaci dvojího druhu. Na chemickou, při které dochází k tvorbě tepla a fyzikální kde dochází k výdeji tepla. Chemická termoregulace představuje intenzitu chemických reakcí, při které dochází k látkové přeměně a tedy tvorby

tepla. Závisí na fyzické zátěži organismu, tudíž s větší zátěží se velikost generovaného tepla zvětšuje. Za to fyzikální termoregulace obsahuje podíly jednotlivých odvodů tepla.

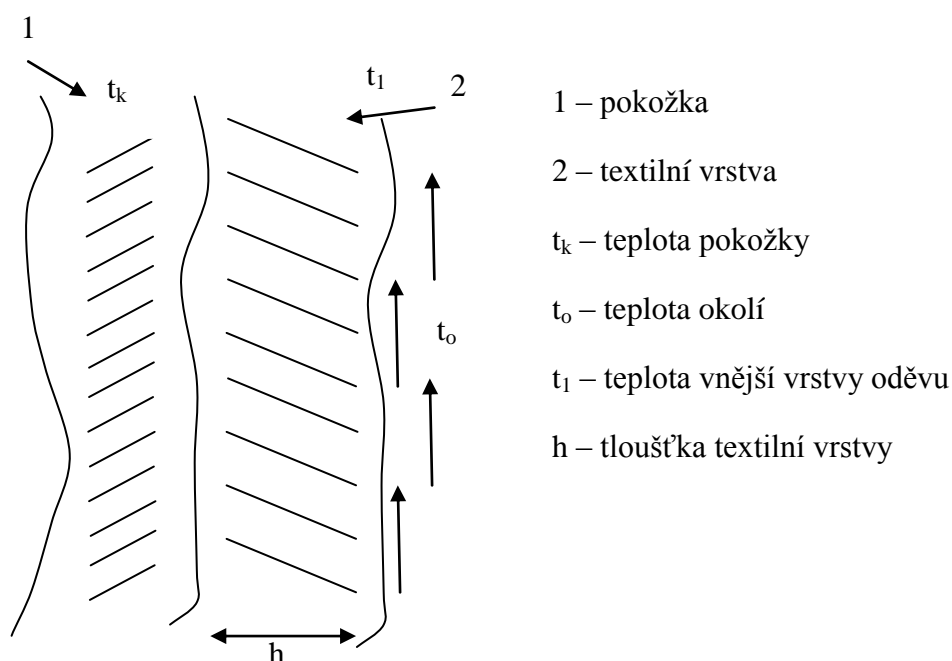
3.4 Způsoby přenosu tepla

K přenosu tepla mezi živým organismem a jeho okolím dochází následujícími způsoby[1].

- Kondukcí (vedením)
- konvekcí (prouděním)
- radiací (zářením)
- evaporací (odpařováním potu)

3.4.1 Kondukce

Kondukcí (Obr. č. 14) ztrácíme až 5% tepla tehdy, je-li kůže v kontaktu s chladnějším prostředím. Jde zejména o přenos tepla chodidly, zádní částí těla při sezení či spánku. Vedení tepla je zároveň hlavním mechanismem při přenosu tepla v tenkých vrstvách v oděvních systémech[1].



Obr. č. 14 - Přenos tepla kondukcí [1]

Fourierův zákon: vyjadřuje úměrnost mezi tokem tepla q [W/m^2], tepelnou vodivostí λ [$W/m \cdot K$] a teplotním gradientem t/x [1]:

$$q = -\lambda \cdot \Delta \frac{t}{\Delta x} \quad (1)$$

Jeden z nejdůležitějších vztahů pro hodnocení tepelného komfortu je vztah pro tepelný odpor **R** [**m²K/W**] deskových materiálů. (např. plošné textilie, tenké vzduchové vrstvy a jiné plošné materiály) o tloušťce **h** [**m**] [1]:

$$R = \frac{h}{\lambda} \quad (2)$$

Tepelný odpor vzduchové vrstvy v oděvu dosahuje svého maxima pro $h = 5 \text{ mm}$. Celkový tepelný odpor oděvu R_{Cl} je závislý na odporu a počtu jednotlivých oděvních vrstev [1]:

$$R_{Cl} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots \quad (3)$$

3.4.2 Konvekce

Přenos tepla prouděním představuje nejvýznamnější přenos tepla mezi člověkem a okolím. Teplo je transportováno pomocí částic tekutin pohybujících se rychlostí v [m/s]. Mezi objektem a prostředím vzniká tzv. tepelně mezní vrstva o tloušťce δ , ve které vzniká teplotní spád. Tloušťka mezní vrstvy je nižší u turbulentního proudění a vzrůstá u proudění laminárního. Turbulentní proudění tekutiny vzniká v případě, kdy tzv. Reynoldsovo číslo **Re** převyšuje 2300. Reynoldsovo číslo **Re** je definováno vztahem [1]:

$$Re = \frac{vd}{\nu} \quad (3)$$

kde:

d - charakteristický rozměr objektu [m]

ν - dynamická viskozita tekutiny [m^2/s]

Pomocí Newtonova zákona můžeme definovat tepelný tok přenášený jakýmkoliv druhem proudění [1]:

$$q = a_c(t_1 - t_2) \quad (4)$$

Tepelný spád na tepelné mezní vrstvě při konvekci je zapříčiněn vnějším tepelným odporem $R_{\text{mezní vrstvy}} = R_e$, který je zahrnut do celkového tepelného odporu R_{tot} . R_e lze vypočítat ze vztahu [1]:

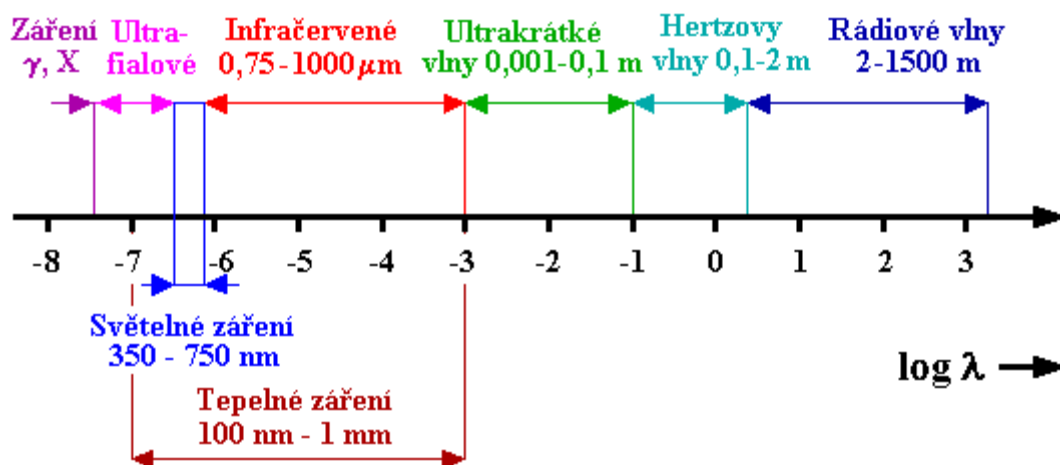
$$R_E = \frac{1}{\alpha} \quad (5)$$

3.4.3 Radiace

Radiace znamená přenos tepla pomocí záření, které se šíří prostorem o rychlosti $c = 300\,000\,000 \text{ m/s}$. Toto záření o vlnovém charakteru délky vlny λ . lze přiřadit frekvenci záření f podle vztahu [1]:

$$f = \frac{c}{\lambda} \quad (6)$$

Vlnové délky jednotlivých záření lze dobře vidět na obrázku č. 15.



Obr. č. 15 Spektrum elektromagnetického záření[11]

Při dopadu záření na povrch, se záření může zachovat následujícím způsoby[1]:

- záření se odrazí
- záření bude pohlceno
- záření projde objektem

Rovnice energetické bilance [1]:

$$E = E_P + E_\alpha + E_\tau \quad (7)$$

kde:

E – hustota zářivého toku dopadajícího

E_P – hustota zářivého toku odraženého

E_α – hustota zářivého toku absorbovaného

E_τ – hustota toku prošlého objektem

Pokud je zavedeno do této rovnice označení reflektance ρ , absorptance α , transmitance τ , dostaneme tak Kirchhoffův zákon [1]:

$$\rho + \alpha + \tau = 1 \quad (8)$$

kde:

ρ – reflektance

α – absorbance

τ - transmittance

Reflektance udává poměr množství světla odraženého od objektu k celkovému množství světla dopadajícího na objekt[1].

Absorbance se vypočítá jako poměr množství světla absorbovaného v objektu k celkovému množství světla dopadajícího na objekt[1].

Transmitace udává poměr množství světla procházejícího objektem k celkovému množství světla dopadajícího na objekt[1].

4 Hodnocení termofyziologického komfortu textilií

4.1 Princip přístroje PERMETEST

Přístroj PERMETEST (obr. č. 16) vyvinutý prof. L. Hesem je založen na přímém měření tepelného toku q procházejícím skrz model lidské pokožky. V přístroji je zásoba destilované vody, která trvale při měření zvlhčuje povrch modelu a tím simuluje ochlazování pocením. Na hlavici přístroje je připevněná separační fólie (v současné době se používá PTFE fólie) na kterou je přiložen měřený vzorek, jehož vnější strana je ofukována. V analogové verzi přístroj měří pouze tzv. relativní paropropustnost textilie P [%] danou vztahem [1]:

$$P = 100 \left(\frac{q_v}{q_o} \right) \quad (8)$$



kde q_v značí chladicí výparný tok [Wm^2K] procházející hlavici přístroje při vloženém vzorku, a q_o chladicí výparný tok [Wm^2K] procházející hlavici přístroje bez vzorku. Plně propustný vzorek vykazuje $P = 100\%$, u nepropustného vzorku je pak $P = 0\%$.

Obr. č. 16 - Přístroj Permetest

Výparný odpor R_{et} výparný odpor vzorku [$\text{m}^2.\text{Pa}/\text{W}$] u přístroje vyhodnocovaného počítačem stanovíme podle vztahu [1]:

$$R_{et} = (P_m - P_a) (q_v^{-1} - q_o^{-1}) \quad (9)$$

q_o plošná hustota tepelného toku procházející měřicí hlavici nezakrytou měřeným vzorkem [W/m^2]

q_v plošná hustota tepelného toku procházející měřicí hlavici zakrytou měřeným vzorkem [W/m^2]

P_m nasycený parciální tlak vodní páry na povrchu měřicí hlavyce [Pa]

P_a parciální tlak vodní páry ve vzduchu ve zkušebním prostoru při teplotě vzduchu ve zkušebním prostoru [Pa].

Přístroj dále dokáže měřit tepelný odpor textilie R_{ct} tepelný odpor vzorku [$\text{m}^2.\text{K}/\text{W}$] dle vztahu:

$$R_{ct} = (T_m - T_a) (q_v^{-1} - q_o^{-1}) \quad (10)$$

t_m teplota povrchu měřicí hlavy [°C]

t_a teplota vzduchu proudícího kanálem podél měřicí hlavy [°C]

4.2 Princip přístroje ALAMBETA

Přístroj Alambeta (obr. č. 17) měří termofyzikální parametry textilií a to jak vlastnosti dynamické, tak i vlastnosti izolační. Alambeta byla vyvinuta Hesem a Doležalem v ČR. Přístroj je řízen z části počítačem, ale jeho obsluha při měření je nutná. Samotné měření spočívá v kontaktu horké měřicí hlavy přístroje s textilií. Celé měření probíhá za konstantního tlaku na textilii a celé měření je často otázkou desítek vteřin max. 2-5min a to i včetně statistického zpracování, které přístroj také dokáže kalkulovat a výsledky zobrazit na malé obrazovce. Je nutné vkládat vzorky bez přehybů, zvlnění či nečistot. Minimální velikost vzorku je 10x10cm, aby bylo zajištěno, že vzorek pokryje celou měřicí hlavici[1].

Při používání techniky simulování potního impulsu byla věnována pozornost tomu, aby se vlhkost rozšířila materiálem do dostatečného průměru, aby byla vlhká část trička v kontaktu s celou měřicí hlavou přístroje a i proto byla změněna na začátku měření vlhkost dodávaná do textilie změněna z 0.3ml roztoku na 0.5ml.



Parametry měřené přístrojem Alambeta [1]:

Měrná tepelná vodivost λ [mW.m⁻¹K⁻¹]

Obr. č. 17 - Přístroj Alambeta

Veličina ukazující schopnost látek vést teplo pokud je tepelný tok ustálen tak, že se rozložení teplot uvnitř látek nemění[1].

Lze ji definovat pomocí Fourierova zákona[1]:

$$\lambda = \frac{-q}{grad(T)} \quad [W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}] \quad (11)$$

kde:

T - teplota [K]

q - hustota tepelného toku [W m⁻²K⁻¹]

$grad$ - gradient teploty [K/m]

Tepelná jímavost b [$\text{W s}^{1/2}\text{m}^{-2}\text{K}^{-1}$]

Někdy bývá označována jako tepelný puls. Lze ji popsat jako okamžitý teplotní puls způsobený odvodem tepla z pokožky do textilie. Tento tepelný puls je v prvním okamžiku roven tepelné jímavosti[1].

$$b = \sqrt{\lambda \cdot \rho \cdot c} \quad [\text{W s}^{1/2}\text{m}^{-2}\text{K}^{-1}] \quad (12)$$

kde: λ - měrná tepelná vodivost [$\text{mW}\cdot\text{m}^{-1}\text{K}^{-1}$]

ρ - měrná hmotnost [kg m^{-3}]

C - měrná tepelná kapacita [J / kg K]

Tepelný odpor r [$\text{mK W}^{-1}\text{m}^2$]

Jedná se o odpor, který klade daný materiál průchodu tepla. Je charakterizován množstvím tepla, které projde za jednotku času jednotkou plochy při teplotním spádu 1K [1].

$$r = \frac{\Delta t}{Q} = \frac{h}{\lambda} \quad [\text{mK W}^{-1}\text{m}^2] \quad (13)$$

kde: Δt - rozdíl teplot [K]

Q - teplo [J]

h - tloušťka [mm]

λ - tepelná vodivost [$\text{W m}^{-1}\text{K}^{-1}$]

4.3 Princip simulování potního impulsu

Tato metoda spočívá ve vstříknutí 0.5 ml vody s 1% detergentem doprostřed námi testovaného vzorku. Po tomto prvním kroku čekáme 1 minutu než se tekutina, která simuluje potní impuls, rozšíří ze středu vzorku a teplo z vlhka se rozptýlí rovnoměrně po vzorku. Po uplynutí časového úseku 60 vteřin vznikne na textilií vlhké místo o ploše A. Tato plocha se může velmi lišit v závislosti na vzorku. Plocha A tenkého zavlhčeného bavlněného vzorku má průměr nejvýše 2 cm v důsledku toho, že adhezí síly mezi bavlnou a vodou bývají větší než kapilární síly uvnitř vzorku. Nyní začíná samotné testování vzorků. Měřicí přístroje, které používáme, jsou navrženy tak, aby měřicí část přístroje byla vždy v kontaktu s vlhkou částí testovaného vzorku[12].

Když textilie absorbuje vodu, vzniká tzv. smáčecí teplo Q_m . Jeho teoretická hodnota je asi 11x nižší než teplo kondenzační. Jeho velikost je vyšší pro suché tkaniny a nižší pro vlhké a průměrná hodnotu smáčecího tepla v praxi dosahuje relativně nízké hodnoty 500 J/kg absorbované vody. V tom případě platí[12]:

$$Q_m = 0,0005 \text{ kg} * 500 \frac{\text{J}}{\text{kg}} = 0,25\text{J} \quad (14)$$

Při nanášení roztoku na látku je tkanina záměrně položena na keramický talíř s tepelnou jímavostí 3000 [Ws^{1/2}/m²K]. Teplo ze zavlhčování vzorku se vytváří kontinuálně, jak se postupně zvětšuje průměr měřicího místa na tkanině. Pro zjednodušení si představme, že přírůstek tepla z absorbované vlhkosti je lineární funkcí času τ během zavlhčování. Následně může být tok tepla ze zavlhčeného vzorku o ploše 1m² vypočítán jako[12]:

$$Q_a = \frac{Q_m}{\tau} \quad (15)$$

Vznikající teplo je následně odvedeno z vrchní volné části povrchu prostřednictvím volného proudění, kde však hodnoty součinitele přestupu tepla bývají velmi nízké. Proto tento druh přenosu tepla může být zanedbán. Mnohem významnější bude přenos tepla vedením z dolní části vzorku do keramického talíře, na který byl ukládán každý vzorek při zavlhčování. Talíř může být při měření považován za polonekonečnou rovinu, kde přenášené teplo vodivostí popisuje následující rovnice. Může být zapsána jako[12]:

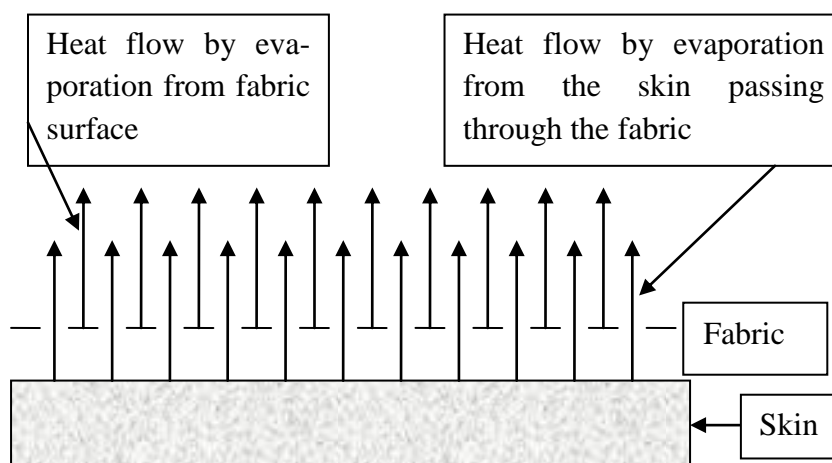
$$\frac{Q_m}{(A\tau)} = \frac{b\Delta t}{(\pi\tau)(\pi\tau)^{\frac{1}{2}}} \quad (16)$$

Po dosazení všech parametrů smáčecího děje z výpočtu vyplyne, že ohřev textilie po 1 minutě prodlevy nepřevyšší 0,173°C. Vzhledem k tomu, že teplotní spád mezi vzorkem a měřicí hlavicí v přístroji ALAMBETA činí 10°C, tak zmíněný nepatrný ohřev měřené textilie smáčecím teplem nemůže způsobit významnou chybu měření[12].

4.4 Matematický model pro výpočet q_{tot} u zavlhčené textilie

Vliv zavlhčení na paropropustnost textilie je analyzován v diplomové práci Michala Kříže, z níž jsou převzaty některé následující výsledky. Základem analýzy je skutečnost, že celkový relativní chladicí tok z textilie sestává z chladicího toku od pokožky skrze textilií a chladicího tok vytvářeného odporem z povrchu vlhké textilie, viz následující Obr. č. 18 a 19.

Nicméně Kříž ve své práci uvažuje vliv mezery mezi pokožkou a textilií, zatímco v tomto případě mezera uvažována nebude, v dalších rovnicích bude tedy tloušťka mezera $h = 0$. Při měření se separační fólií vloženou mezi měřicím povrchem přístroje PEMETEST a vzorkem se pak uplatní pouze odpar z povrchu vlhké textilie. Následně rozdíl naměřených hodnot mezi měřeními na textilií zavlhčené potním impulzem v prvním případě bez fólie a poté s fólií pak poskytne hledanou efektivní relativní paropropustnost zavlhčené textilie neboli efektivní relativní chladicí tok z povrchu této zavlhčené textilie.



Obr. č. 18 Schéma odparu z pokožky přes textilií[10]

Celkový tepelný tok:

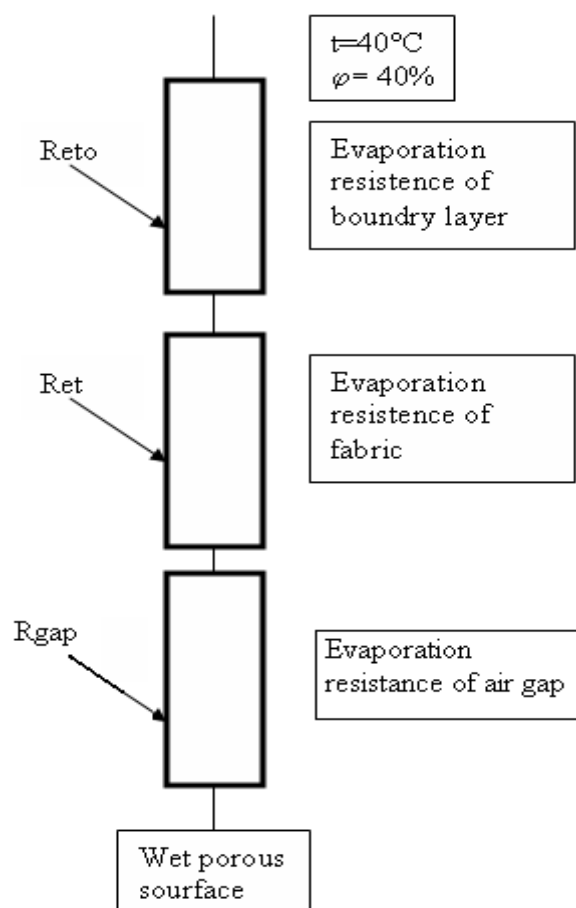
$$q_{tot} = q_{skin} + q_{fab} \text{ [W/m}^2\text{]} \quad (17)$$

Tepelný tok z povrchu kůže:

$$q_{skin} = \frac{p_{sat} - p_{air}}{R_{gap} + R_{et} + R_{eto}} \text{ [W/m}^2\text{]} \quad (18)$$

Tepelný tok z povrchu vlhké textilie

$$q_{fab} = \frac{(p_{sat} - p_{air})}{R_{eto}} + k \cdot U \text{ [W/m}^2\text{]} \quad (19)$$



Obr. č. 19 Schéma výparných odporů zapojených do série[10]

Výparný odpor vzduchové mezery:

$$R_{\text{gap}} = \frac{h}{D_p} \text{ [Pa.m}^2\text{/W]} \quad (20)$$

Výparný odpor mezní vrstvy:

$$R_{\text{eto}} = \frac{1}{\beta} \text{ [Pa.m}^2\text{/W]} \quad (21)$$

Difúzní součinitel pro vodní páry – vztaženo na tlak:

$$Dp = \frac{Dc \cdot Mw}{RT} \text{ [kg/m.s.Pa]} \quad (22)$$

kde:

D_c – difúzní koeficient vztažen na koncentraci [mol/m².s]

M_w – molární koncentrace vodní páry [mol/l]

R – obecná plynová konstanta [m.K⁻¹]

T – absolutní teplota vodní páry [K]

Po dosazení dostaneme rovnici celkového tepelného toku [W/m²]:

$$q_{\text{tot}} = (p_{\text{sat}} - p_{\text{air}}) \cdot \left[\frac{1}{R_{\text{gap}} + R_{\text{et}} + R_{\text{eto}}} + \frac{k.U}{R_{\text{eto}}} \right] = (p_{\text{sat}} - p_{\text{air}}) \cdot \left[\frac{1}{\frac{h}{D_p} + R_{\text{et}} + \frac{1}{\beta}} + \frac{k.U}{\frac{1}{\beta}} \right] \quad (23)$$

kde:

p_{sat} – nasycený tlak na povrchu textilie [Pa]

p_{air} – tlak vzduchu v okolním prostředí [Pa]

R_{gap} – výparný odpor vzduchové mezery [Pa.m²/W]

R_{et} – výparný odpor textilie [Pa.m²/W]

R_{eto} – výparný odpor mezní vrstvy [Pa.m²/W]

k – konstanta

U – hmotnostní přivažek vlhkosti v textili [%]

h – výška vzduchové mezery [mm]

β – součinitel přenosu hmoty prouděním $\rightarrow \beta \approx \sqrt{v}$ [kg/m².s.Pa]

PRAKTICKÁ ČÁST

5 Výsledky měření na přístroji PERMETEST

5.1 Výsledky měření za suchého stavu

Výsledky měření vzorků za suchého stavu jsou zachyceny v následující tabulce (Tabulka 1). Vzorky byly měřeny 3x a jejich průměr zaznamenán do tabulky. Hodnota v závorce udává variační koeficient měření.

Tabulka č. 1 - Výsledky měření za suchého stavu

	Relativní chladicí tok [%]	Výparný odpor Ret [m ² Pa /W]
Coolmax	66,5 (1,1)	3,9 (3,1)
Adidas	59,7 (2,5)	3,9 (5,0)
Aswtorth	58,8 (0,9)	4,9 (2,5)
La Coste	56,8 (1,1)	5,8 (2,8)
Tommy H,	55 (1,5)	5,6 (3,6)
Icepeak	60,6 (2,0)	3,7 (4,2)
Nike	75,6(1,3)	2,6(6,3)
Callaway	70(2,5)	3,5(8,0)

5.2 Výsledky měření za pomoci potního impulsu

Výsledky měření na přístroji PERMEST znázorňuje následující tabulka s daty (Tabulka 2). V první tabulce jsou uvedeny hodnoty, které přístroj naměřil, pokud byla na vzorku použita metoda potního impulsu. Tabulka obsahuje data pro absolutní paropropustnost a výparný odpor.

Tabulka č. 2 - Výsledky měření za pomoci potního impulsu

	Relativní chladicí tok [%]	Výparný odpor R_{et} [$m^2 Pa / W$]
Coolmax	71,3	3,1
Adidas	74,1	2,0
Aswtorth	77,2	2,0
La Coste	75	2,5
Tommy H,	70,1	2,9
Icepeak	75,4	1,9
Nike	92,8	0,6
Callaway	94,8	0,5

5.3 Výsledky měření s folií

Následující tabulka č. 3 obsahuje hodnoty naměřené na přístroji PERMETEST pokud byla mezi vzorek a měřící hlavu přístroje vložena nepropustná folie. Výsledky pak představují relativní chladicí tok resp. relativní paropropustnost z povrchu trikotů zavlhčených potním impulsem.

Tabulka č. 3 - Výsledky měření s folií

	Relativní chladicí tok [%]	Výparný odpor R_{et} [m^2Pa/W]
Coolmax	58,9	5,1
Adidas	71,2	2,3
Aswtorth	83,9	1,3
La Coste	61,8	4,5
Tommy H.	67,2	3,4
Icepeak	67,2	2,7
Nike	75,7	2,6
Callaway	78,4	2,2

6 Výsledky měření na přístroji Alambeta

6.1 Výsledky za suchého stavu

V tabulce č. 4 jsou zaneseny hodnoty, které byly naměřeny při zachování suchého stavu vzorku a jeho následného změření pomocí přístroje. Každý vzorek byl měřen třikrát a přístroj následně vyhodnotil statistiku. Hodnota v závorce udává variační koeficient těchto tří měření.

	h [mm]	λ [mW.m ⁻¹ K ⁻¹]	b [W s ^{1/2} m ⁻² K ⁻¹]	r [mK. m W ⁻¹]
Coolmax	0,79(2,6)	45,5(0,1)	109(1,0)	17,2(2,8)
Adidas	0,87(3,1)	54,3(1,1)	148(8,4)	16,1(2,8)
Ashworth Z	1,04(1,3)	57,4(0,1)	148(4,5)	18,0(1,2)
La Coste	1,13(2,4)	57,6(3,1)	138(1,2)	19,6(5,6)
Tommy H	1,37(3,5)	56,5(2,3)	136(8,3)	24,3(4,9)
Icepeak	0,98(1,4)	47,2(1,0)	130(5,0)	20,9(1,0)
Nike	0,96(1,9)	43,4(0,9)	90,14,5)	22,5(2,1)
Callaway	0,86(1,2)	47,1(2,4)	123,(0,8)	18,3(3,6)

Tabulka č. 4 Hodnoty naměřené na přístroji Alambeta za suchého stavu

6.2 Výsledky po zavlhčení

Následující tabulka č. 5 zachycuje výsledky naměřené na přístroji Alambeta za použití techniky potního impulsu. Každý vzorek byl měřen 3x. Pro každé měření byl znova aplikován potní impuls na suché místo tkaniny. Hodnota v závorce udává variační koeficient.

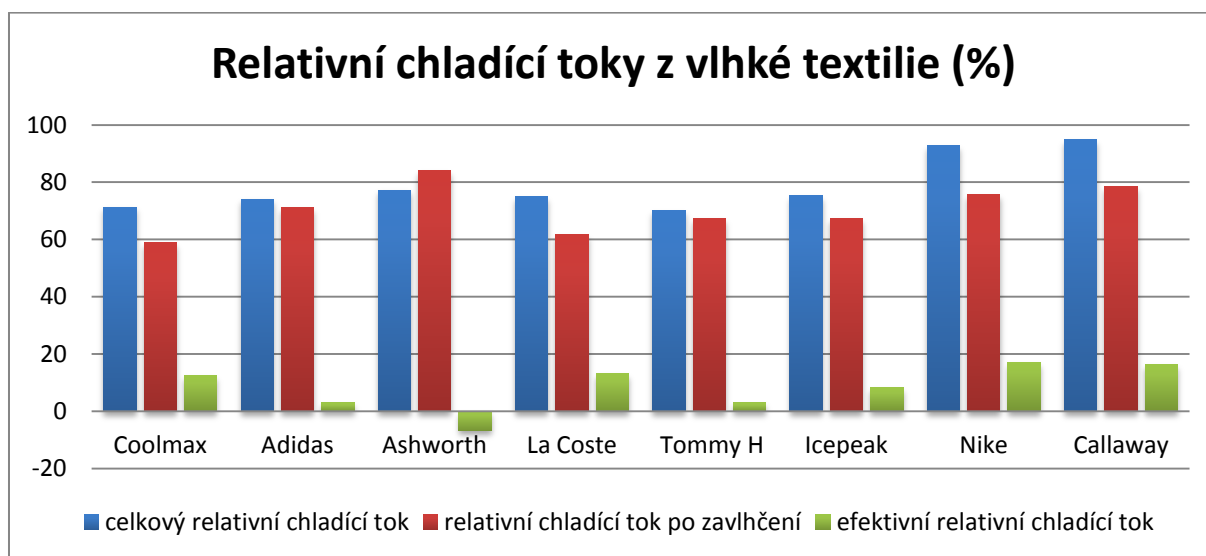
	h [mm]	λ [m W.m ⁻¹ K ⁻¹]	b [W s ^{1/2} m ⁻² K ⁻¹]	r [mK W ⁻¹ m ²]
Coolmax	0.75(3,6)	113(6,6)	650(10,4)	6,7(4,4)
Adidas	0,8(1,8)	132(5,8)	788(6,7)	6,0(7,7)
Ashworth Z	0,97(3,0)	151(2,7)	949(3,0)	6,4(4,3)
La Coste	1,01(1,3)	159(14,0)	826(17,2)	6,4(13,9)
Tommy H	1,29(1,8)	164(2,2)	849(2,2)	7,9(3,8)
Icepeak	0,81(5,8)	126(5,9)	839(10,7)	6,4(12,0)
Nike	0,78(0,6)	130(6,3)	723(3,8)	6,0(5,7)
Callaway	0,93(4,1)	102(5,4)	512(4,4)	9,1(1,3)

Tabulka č. 5 Hodnoty naměřené na přístroji Alambeta po zavlhčení

7 Výsledky znázorněné v grafech

7.1 Permetest

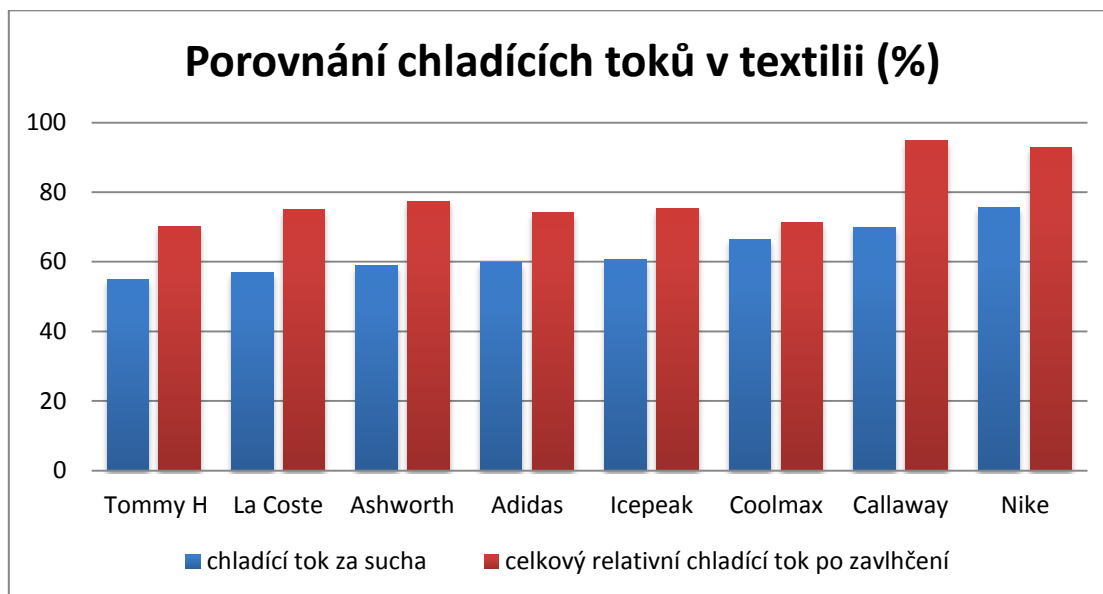
V následujícím grafu (Obrázek č. 20) jsou zobrazeny relativní chladící toky z vlhké textilie. V modrém prvním sloupci jsou znázorněny hodnoty naměřené po zvlhčení textilie a v druhém červeném sloupci se nachází hodnoty, které byly naměřeny po vložení neprostupné fólie na měřicí část přístroje. Třetí zelený sloupec následně vyjadřuje rozdíl těchto hodnot a hledanou efektivní relativní paropropustnost zavlhčené textilie neboli efektivní relativní chladící tok z povrchu této zavlhčené textilie.



Obrázek č. 20 Graf relativních chladících toků z vlhké textilie

Při prvním pohledu na graf jsou výsledky dobře patrné, ale pouze u vzorku trika Ashworth hledaná efektivní relativní paropropustnost vyšla záporná. Tato skutečnost se dá vysvětlit pouze jako chyba v měření. Při měření tohoto vzorku v důsledku sorpce vlhkosti vzniklo kladné smáčecí teplo, které se na grafu zobrazilo jako negativní naměřená hodnota v důsledku toho, že adhezní síly mezi bavlnou byly větší než kapilární síly na povrchu vzorku. Tohoto efektu se lze v budoucnu vyvarovat tím, že při měření je před jeho ukončením poskytnut delší časový úsek, aby se teplo stačilo ze vzorku odvést.

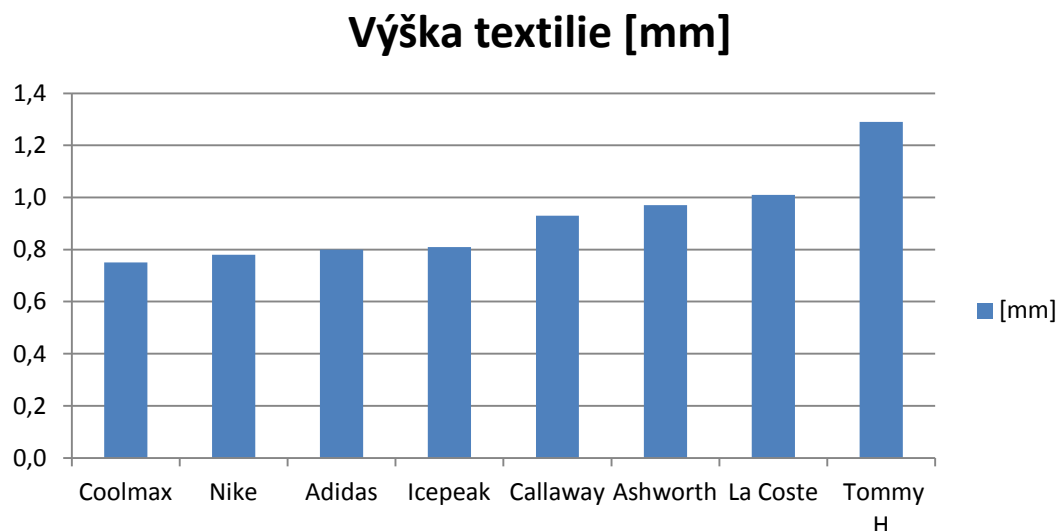
V následujícím grafu (obrázek č. 21.) jsou porovnány chladící toky v textilií. První modrý sloupcem zobrazuje hodnotu naměřenou za suchého stavu vzorku a druhý celkový relativní chladící tok po zavlhčení. Vzorky jsou seřazeny podle jejich relativního chladícího toku za sucha.



Obrázek č. 21 Graf - Porovnání chladících toků v textilií

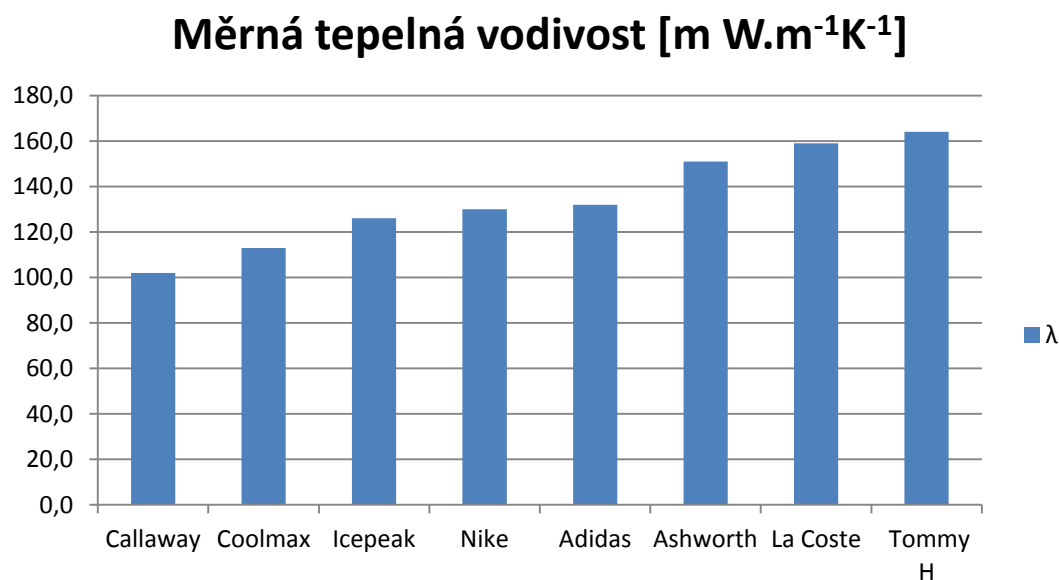
7.2 Alambeta

Jako první byla změřena na přístroji Alambeta výška textilie, výsledky jsou seřazené v grafu (obrázek č. 22)



Obrázek č. 22 Graf - Výška testovaných vzorků

Z grafu je jasné vidět, že vzorek označený v práci pro zjednodušení jako Coolmax, má nejnižší tloušťku, zatímco vzorky obsahující bavlnu obsadily závěrečná místa na grafu.



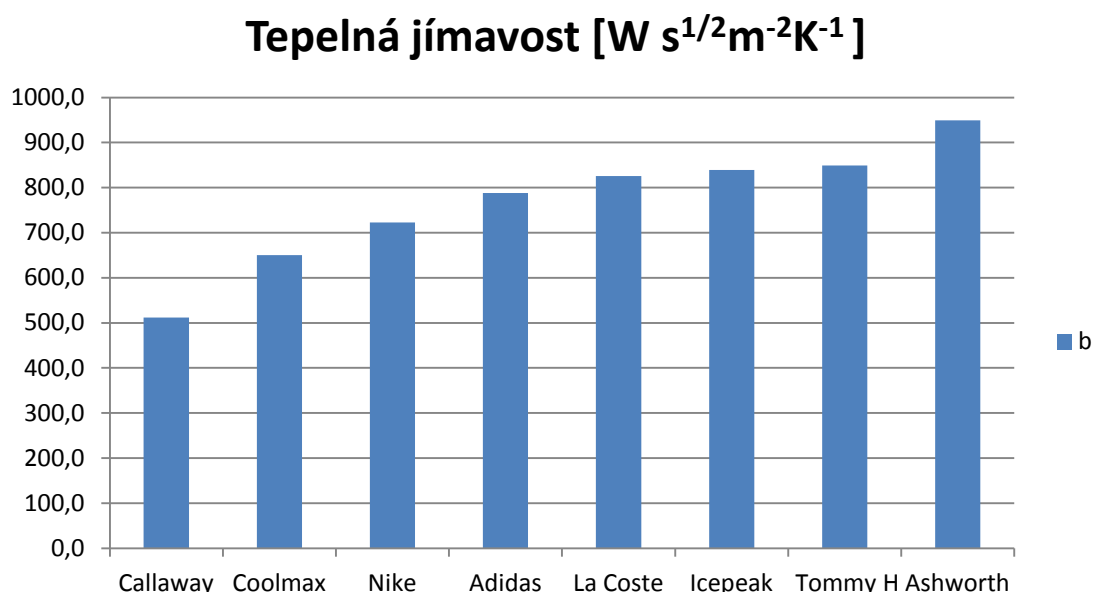
Obrázek č. 23 Graf - Měrná tepelná vodivost vzorků

Vzorky ze syntetických materiálů dle očekávání za vlhka vykazují nejnižší tepelnou vodivost,

tzn., že při stejné tloušťce poskytují i za vlhka nejvyšší tepelnou izolaci. Jsou tedy pro sportovní dresy nejvhodnějším materiálem. Zajistí, že sportovec i po značném fyzickém výkonu neutrpí prochladnutím.

Obrázek č. 24 Graf - Tepelný odpor vzorků

Z výsledků měření plyne, že vzorek Callaway vykazuje nejlepší tepelný odpor a jeho složení a struktura se i v tomto měření ukázala jako nejlepší.



Obrázek č. 25 Graf - Tepelná jímavost vzorků

Podobně jako v případě tepelné vodivosti, dresy ze syntetických materiálů dle očekávání vykazují po zavlhčení nejnižší tepelnou jímavost b , která při hodnotách do $500 \text{ W s}^{1/2} \text{ m}^{-2} \text{ K}^{-1}$ stále ještě představuje téměř suchý, i když studený tepelný omak. Vyšší hodnoty typické pro dresy obsahující bavlnu již představují velmi studený vlhký omak.

Zde je však nutno zmínit speciální dres Callaway, který přes 50% podíl bavlny poskytuje ze všech testovaných výrobků nejsušší omak po zavlhčení. Lze předpokládat, že použitý PES bude vybaven drážkovým povrchem podobně jako COOLMAX vlákna, avšak zřejmě se kvůli ceně bude jednat o levnější technologickou kopii COOLMAXU, jinak by tuto známou obchodní značku výrobce dresu s výhodou uvedl na štítku dresu. K dalšímu zlepšení tepelných parametrů tohoto dresu mohla přispět speciální struktura tohoto dresu. Její analýza by však převýšila rozsah této bakalářské práce. Celkově však tento dres lze považovat za nejlepší ze všech zkoušených dresů.

Cenové aspekty golfových dresů nebyly v této práci sledovány, protože testované vzorky byly mnohdy již použité nebo vyřazené, bez průvodní dokumentace. Obecně lze však předpokládat, že sportovní trika resp. spodní prádlo nabízené spec. prodejny golfového vybavení budou nákladnější než podobné výrobky dostupné u prodejců běžných outdoorových oděvů. Parametry dresů zjišťované v této práci totiž v žádném případě nepřevyšují parametry spodního prádla resp. outdoorových dresů nalezené jinými studenty Katedry hodnocení textilií v rámci jejich bakalářských resp. diplomových prací.

8 Závěr

Po všech provedených měření na obou přístrojích a při porovnání všech hodnot naměřených při různých stavech vzorků byl získán dostatek informací o tepelně komfortních vlastnostech měřených vzorků. Pro hráče golfu, který během hry vykazuje vysokou fyzickou aktivitu a jeho tělo následně produkuje množství potu, by bylo vhodné zvolit trikot s větším obsahem syntetických materiálů jako PES či POP, aby byl zachován jeho termofyziologický a tepelně – kontaktní komfort i po několika hodinách hry. Drtivá většina hráčů během kola pocítí zmíněnou fyzickou zátěž. Na tuto zátěž jejich tělo bude reagovat enormní tvorbou potu jak bylo dokázáno, trikoty s větším obsahem bavlny za těchto podmínek mohou hráči způsobovat značný diskomfort nošení, právě díky jejich horším tepelně-komfortních vlastnostem za vlhka. Při vysokém zavlhčení pak vzrůstá i součinitel tření mezi dresem a vlhkou pokožkou, což nositel dresu pak vnímá negativně.

U „víkendových“ hráčů s nižší fyzickou aktivitou pak postačí dresy bavlněné, kteří zejména v počáteční fázi hry ocení velmi dobrý kontaktní komfort suchých bavlněných dresů. Výsledky této práce dokázaly, že parametry dresů zjišťované v této práci podstatně nepřevyšují parametry spodního prádla resp. outdoorových dresů nalezené jinými studenty v ostatních pracích a proto spotřebitel může ušetřit nemalé finanční prostředky, pokud bude nakupovat rozumně. Zákazník často platí více za značku než za skutečně lepší vlastnosti komfortu a jak bylo otestováno a prokázáno ne každý druh dresu je vhodný pro každé podmínky. Výběr nejvhodnějšího dresu bude tudíž velice individuální podle fyzických vlastností hráčů a podle žádaných vlastností za sucha či po zpocení.

9 Použitá literatura:

[1]Hes L., Sluka P.: *Úvod do komfortu textilií*. Skripta. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2005. ISBN 80-7083-926-0

[2]History of golf clothes. golflink. [online]. 18.5.2012 [cit. 2013-01-10]. Dostupné z: http://www.golflink.com/facts_4910_history-golf-clothes.html

[3]Top 10 dressed golfers. golf.com. [online]. [cit. 2013-02-22]. Dostupné z: <http://www.golf.com/photos/top-10-best-dressed-golfers/ian-poulter-top-10-best-dressed-golfers>

[4]FAQ. titleist.com. [online]. 20.6.2012 [cit. 2013-04-20]. Dostupné z: <http://www.titleist.com/customer-service/faqs/102/Corporate%20Information.aspx>

[5]Nikegolf. about.com. [online]. 11.1.2012 [cit. 2013-04-21]. Dostupné z: <http://golf.about.com/od/golfmanufacturers/p/nikegolf.htm>

[6]Maršalková M.: PDF Textilní Vlákná. www.opvk.eu. [online].[cit. 2013-05-12]. Dostupné z: <http://goo.gl/WF6zW>

[7]Polyesterová vlákna. škola textilu. [online]. 12.5.2013 [cit. 2013-05-12]. Dostupné z: <http://www.skolatextilu.cz/vlakna/index.php?page=13>

[8]Coolmax. memory foam maniac. [online].[cit. 2013-05-12]. Dostupné z: <http://www.memory-foam-maniac.com/coolmax-fabric.html#axzz2UJhMtEnl>

[9]cojeco. lycra. [online]. 12.5.2012 [cit. 2013-05-12]. Dostupné z: http://www.cojeco.cz/index.php?detail=1&id_desc=389927&title=Lycra&s_lang=2

[10]KŘÍŽ Michal. *STUDIUM OCHLAZOVÁNÍ NOSITELE ODĚVU ODPAREM Z VNĚJŠÍ VLHKÉ TEXTILIE*, Diplomová práce. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2007

[11]RYCHLOST, VLNOVÁ DÉLKA A FREKVENCE ZÁŘENÍ. otp.fme.vutbr.cz/. [online]. [cit. 2013-05-14]. Dostupné z: <http://otp.fme.vutbr.cz/~pavelek/optika/0201.htm>

[12] HES, L., M. BOGUSLAWSKA- BACZEK a M.J. GERALDES. *Thermal Comfort of Bed Sheets under Real Conditions of Use*. Journal of Natural Fibers. ISSN 1544-0478, 2013

POUŽITÉ ZKRATKY:

atd. a tak dále

např. například

tzv. tak zvané

tzn. to znamená

apod. a podobně

č. číslo